

Andrzej Baranecki, Marek Niewiadomski, Tadeusz Płatek

Nowoczesne przetwornice trakcyjne

Stacyjne przetwornice trakcyjne, umożliwiające zasilanie urządzeń w wagonach lub lokomotywach energią z sieci trakcyjnej, stały się już codzienną rzeczywistością. Pierwsza krajowa przetwornica z tranzystorami IGBT oraz magnetykami amorficznymi powstała w firmie MEDCOM w 1995 r. Przetwornica PSM-16, ze swoją masą 160 kg, była wielokrotnie lżejsza od elektromaszynowej poprzedniczki i była pierwszą tego typu przetwornicą oferowaną na polskim rynku.

Minęło kilka lat. Dzięki zebranych doświadczeniom technicznym i technologicznym oraz rozwojowi rynku podzespołów elektronicznych powstało wiele przetwornic dla trakcji tramwajowej i kolejowej, o mocach od kilku do kilkudziesięciu kilowatów. W artykule zostaną przedstawione trzy przykładowe konstrukcje: przetwornica PSM-33N – przeznaczona dla kolei norweskich, PSM-45W – kierowana na rynki wschodnie, oraz wielosystemowa PSM-50W.

■ Przetwornica PSM-33N jest urządzeniem na pozór prostym (rys. 1), jednak warunki eksploatacji w realiach skandynawskich postawiły przed konstruktorami niezwykle trudne zadania. Eksploatowana w trudnych warunkach zimowych, np. przy zewnętrznej temperaturze do -40°C i dodatnich temperaturach w trakcie wielokrotnego przejeżdżania przez tunele (zawsze powyżej 5°C), narażona jest na ekstremalne szoki termiczne.

Przetwornica o mocy wyjściowej 33 kW jest zasilana napięciem 1000 V (50 Hz lub $16\frac{2}{3}$ Hz). Wyjście (3×400 V) może być obciążane asymetrycznie (do 50%) i przeciążane dwukrotnie w okresie 5 s. Aktualnie eksploatowane (bezawaryjnie – co nie jest zbyt częste w warunkach skandynawskich) przetwornice PSM-45W potwierdziły prawidłowość zastosowanych rozwiązań technologicznych i układowych. Urządzenie jest standardowo wyposażone w wejściowy układ PFC (Power Factor Correction) do eliminacji odkształceń prądu pobieranego z sieci trakcyjnej.

■ Kolejnym urządzeniem wprowadzonych do produkcji jest przetwornica PSM-45W. Może być ona zasilana z sieci trakcyjnej 3 kV (DC lub 50 Hz) lub – w warunkach postojowych – z peronowej sieci energetycznej 3×400 V. Schemat blokowy przetwornicy jest przedstawiony na rysunku 2. Urządzenie jest umieszczone w modułach o obudowie aluminiowej, mocowanych pod podłogą wagonu.

W obwodzie zasilania są umieszczone elementy ochronne i układ soft-startu, zapewniający łagodne narastanie prądu wejściowego po włączeniu przetwornicy. Wejściowy moduł HV zawiera układ przetwarzający napięcie trakcyjne na niskie napięcie pośredniczące, którym jest zasilany blok LV.

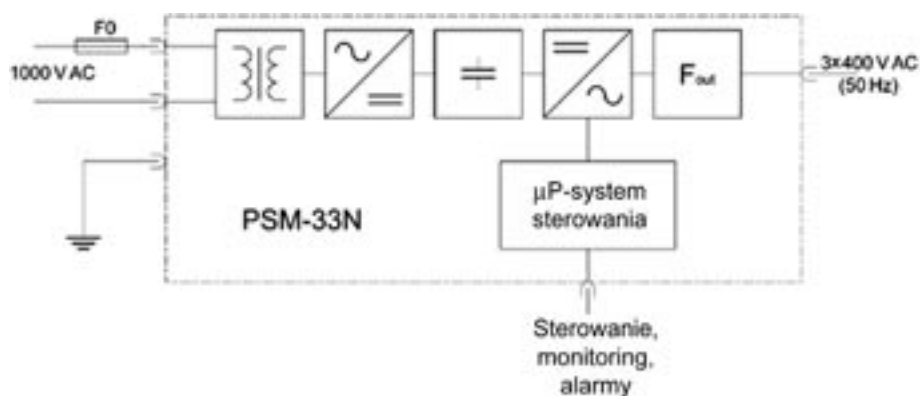


Fot. 1. Przetwornica statyczna wielosystemowa PSM-50W, widok od strony modułów wysokiego i niskiego napięcia

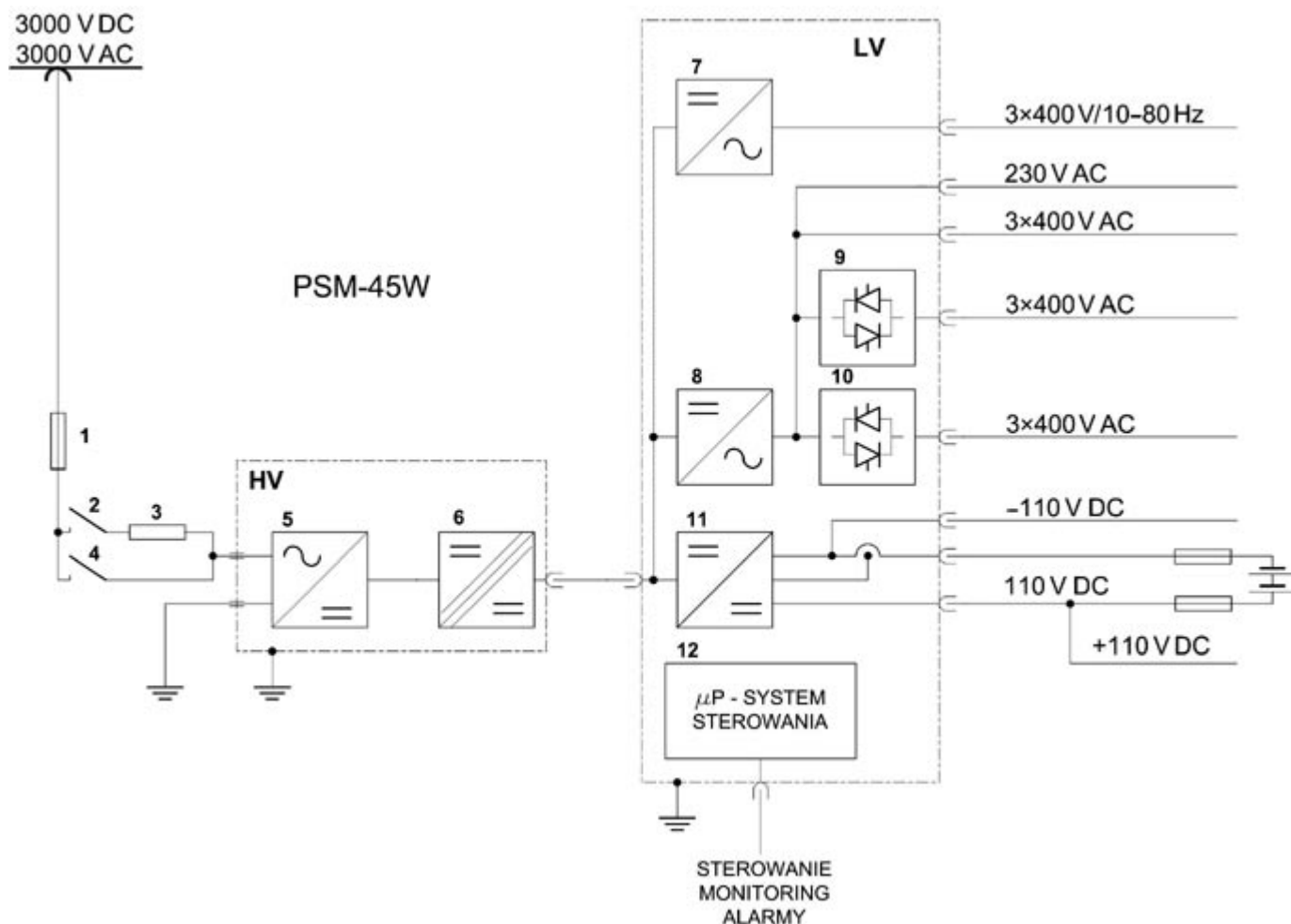
W module LV napięcie pośredniczące jest przetwarzane na napięcia AC i DC, niezbędne dla zasilania urządzeń wagonowych. W zrealizowanym wariantcie przetwornicy są to napięcia:

- 3×400 V z regulacją częstotliwości 10–80 Hz ($U/f = \text{const.}$),
- 230 V 50 Hz,
- 3×400 V,
- 3×400 V z wewnętrznym łącznikiem bezstykowym,
- 3×400 V z wewnętrznym łącznikiem bezstykowym,
- 110 V DC z osobnymi wyjściami do odbiorników i do baterii.

Praca przetwornicy jest nadzorowana przez mikroprocesorowy blok sterowania, informujący również o stanie pracy urządzenia,



Rys. 1. Schemat blokowy przetwornicy PSM-33N



Rys. 2. Schemat blokowy przetwornicy PSM-45W

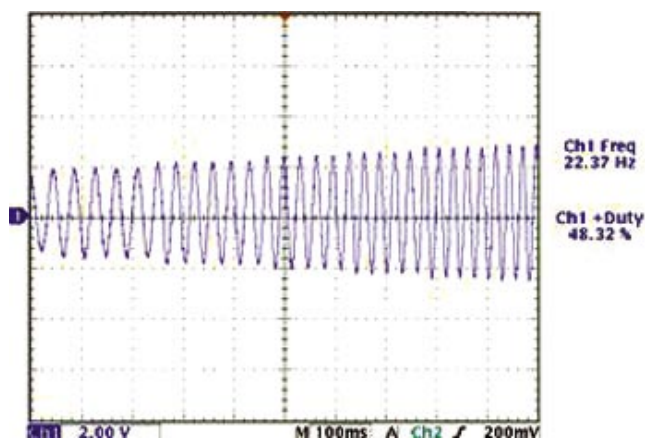
generujący alarmy oraz umożliwiający zdalne sterowanie włączeniem i wyłączeniem przetwornicy.

Dwa wyjścia 3×400 V są wyposażone w półprzewodnikowe łączniki bezstykowe, umożliwiające szybkie i jednocześnie bezprzebiegowe włączanie oraz wyłączenie zasilania.

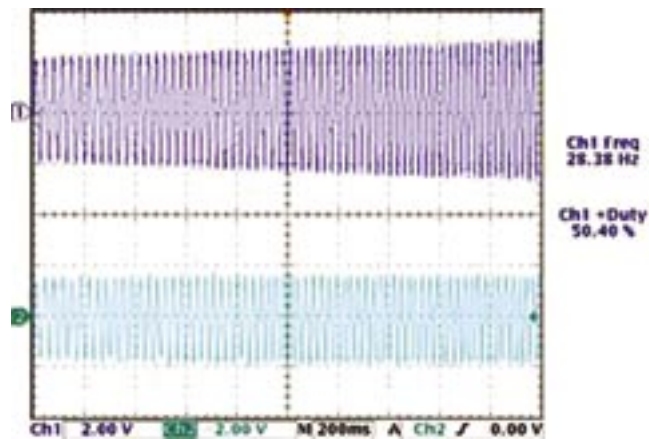
Wyjście napędowe 3×400 V zapewnia rozruch silników z zachowaniem stałego stosunku U/f w granicach od 44 V 10 Hz do 352 V 80 Hz. Zastosowana technika rozruchu ogranicza prąd podczas startu silnika, co korzystnie wpływa na eksploatację

układu napędowego. Przykładowe oscylogramy przebiegów przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

Wartość napięcia na wyjściu 110 V DC jest automatycznie korygowana w funkcji temperatury otoczenia baterii – przy niskich temperaturach jest zwiększana, a przy wysokich zmniejszana w stosunku do napięcia w zalecanej temperaturze eksploatacji. System sterowania zasilacza DC zapewnia ustalenie końcowego napięcia ładowania, w określonej temperaturze, zgodnie z zaleceniami producenta zastosowanej baterii. Zapewniane jest również,



Rys. 3. Napięcie fazowe wyjścia napędowego podczas rozruchu (fragment)



Rys. 4. Przebiegi fazowe napięcia i prądu podczas rozruchu (fragment)

wymagane przez producenta, ograniczenie maksymalnego prądu ładowania baterii. Zastosowane rozwiązania techniczne zapobiegają przedwczesnemu zużyciu akumulatorów zarówno z powodu eksploatacji w szerokim zakresie temperatur, jak i zbyt intensywnego ładowania po dłuższym braku zasilania przetwornicy.

■ Kolejną, ciekawą konstrukcją jest wagonowa przetwornica PSM-50W (fot. 1). Jest ona przystosowana do pracy przy wszystkich napięciach występujących w europejskich i wschodnich sieciach trakcyjnych. Może pracować przy zasilaniu DC w zakresie od 1000 V do 4000 V oraz AC w zakresie od 800 V do 3850 V. Dla napięcia AC 16 2/3 Hz zakres ten wynosi 800 V do 1200 V.

Urządzenie o mocy całkowitej 50 kW jest umieszczone w aluminiowej obudowie z radiatorami i ma masą nie przekraczającą 750 kg.



Autorzy

dr inż. Andrzej Barański

mgr inż. Marek Niewiadomski

dr inż. Tadeusz Płatek

Politechnika Warszawska, MEDCOM Sp. z o.o. Warszawa

MEDCOM

Przetwornice statyczne zgodne z UIC

Napędy trakcyjne AC i DC

Energetyczne filtry aktywne SN
do prostowników trakcyjnych

Systemy zasilania rezerwowego AC i DC
do automatyki zabezpieczeniowej

Systemy zasilania rezerwowego układów SBL



MEDCOM Sp. z o.o.,

ul. Barska 28/30, 02-315 Warszawa, tel. 0-22 668 99 34, 668 69 84, fax 0-22 668 99 29,

e-mail: info@medcom.com.pl, <http://www.medcom.com.pl>